

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-282394

(43)公開日 平成10年(1998)10月23日

(51)Int.Cl.⁶

G02B 7/04

識別記号

庁内整理番号

F I

G02B 7/04

技術表示箇所

D

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全9頁)

(21)出願番号 特願平9-86625

(22)出願日 平成9年(1997)4月4日

(71)出願人 000005430

富士写真光機株式会社

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地

(71)出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72)発明者 加辺 栄一

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地 富士

写真光機株式会社内

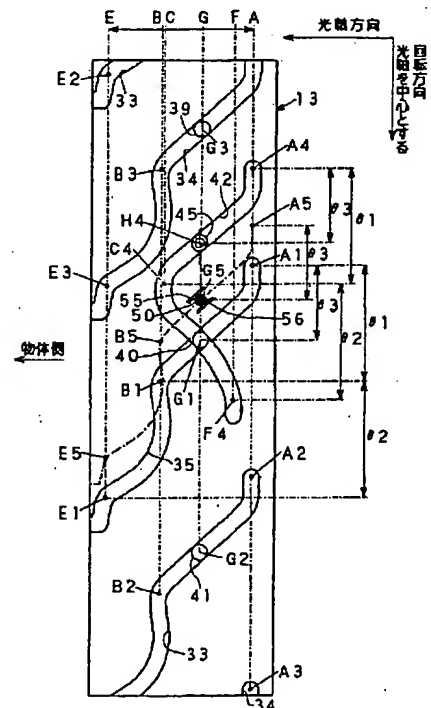
(74)代理人 弁理士 小林 和憲

(54)【発明の名称】ズームレンズ装置

(57)【要約】

【課題】 鏡筒の光軸方向に沿った長さを短くしてコンパクト化を図る。

【解決手段】 回転筒13の内周面には、第1レンズ保持枠を予め決められた変倍軌跡に沿って移動させるための第1カム溝33～35と、第2レンズ保持枠を第1レンズ群とは異なる変倍軌跡に沿って移動させる第2カム溝42とが一部において交差して形成されている。第1カム溝33～35には、第1レンズ保持枠に設けた第1カムピン40が、また、第2カム溝42には、第2レンズ保持枠に設けた第2カムピン45がそれぞれ係合している。第1カム溝35は、第2カム溝42よりも深さが浅くされており、交差域で分断されている。交差域G1に第1カムピン40が移動したときには、第1レンズ保持枠に設けた補助ピン50が、回転筒13の内周に突出して設けたガイド突起対55、56に係合し、第1カムピン40を第1カム溝35の軌跡に沿って移動するようにガイドする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】ズームレンズを構成するレンズ群をそれぞれ保持し、直進ガイドによって光軸方向に移動自在に支持された第1、第2レンズ保持枠にそれぞれ第1、第2カムピンを突設し、これらのカムピンをカム筒に形成された第1、第2カム溝に各々係合させてカム筒の回転によって第1、第2レンズ保持枠をそれぞれ光軸方向に移動させるようにしたズームレンズ装置において、

前記第1カム溝と第2カム溝とを交差させるとともに第1又は第2レンズ保持枠に第1又は第2カムピンと異なる位置に補助ピンを突設し、前記カム筒に、第1又は第2カムピンが第1カム溝と第2カム溝との交差域を通過するときに前記補助ピンに係合して第1又は第2レンズ保持枠が第1又は第2カム溝の軌跡に沿って移動するようにガイドするガイド手段を設けたことを特徴とするズームレンズ装置。

【請求項2】前記第1カム溝及び第2カム溝は有底のカム溝であって、第2カム溝は、第1カム溝よりも深く形成され、第2カムピンは第2カム溝との係合を維持したまま前記交差点を通過することを特徴する請求項1記載のズームレンズ装置。

【請求項3】前記第1及び第2カム溝は第1及び第2レンズ保持枠を有効変倍域からカメラボディの内部に移動させるための沈胴域を有し、この沈胴域内に前記交差域が設けられていることを特徴とする請求項1又は2記載のズームレンズ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子スチルカメラやテレビカメラ、及び写真用カメラ等に用いられるズームレンズ装置に関し、さらに詳しくは、少なくとも2つのレンズ群を備えたズームレンズ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、ズームレンズ装置には、コンパクト化とともにズームの高倍率化を達成するために、負のパワーを有する前群レンズと、正のパワーを有する後群レンズとから構成されたものが知られている。このタイプでは、前群レンズを予め決められた変倍軌跡に沿って移動させる第1カム手段と、後群レンズを前記第1レンズ群とは異なる変倍軌跡に沿って移動させる第2カム手段とをもったカム筒に、前群レンズと後群レンズとが組み込まれている。

【0003】第1カム手段の展開形状は、ワイド端のとき前群レンズを物体側に、また、テレ端のときには結像面側に移動させる形状となっている。また、第2カム手段の展開形状は、ワイド端のときに後群レンズを結像面側に、またテレ端のときには物体側に移動させる形状となっている。したがって、ズーム時のレンズ移動は、ワイド端のときに前群レンズと後群レンズとの間隔が最も

長くなり、また、テレ端のときには前群レンズと後群レンズとの間隔が最も短くなる。

【0004】周知のように、カム手段は、レンズ枠に設けられたカムピンと、このカムピンが嵌合するカム溝を備えたカム胴と、レンズ枠の回転方向を規制する直進ガイドとからなり、カム胴と直進ガイドとの相対回転により、レンズ枠が光軸方向に進退する。この回転量に対する光軸方向への変位量がレンズの移動量になる。

【0005】

10 【発明が解決しようとする課題】前述したタイプのズームレンズ装置で高倍率化の向上を図るためには、所定の回転量でカム溝の光軸方向への変位量を大きくすることが必要となり、結果としてカム胴の光軸方向の長さが長くなる。このため、2つのカム手段を光軸方向に沿って並べて設けると、さらにカム胴の光軸方向に沿った長さがさらに長くなり、厚みの薄いカメラを用いた場合、鏡筒がボディから突出する形態となり、また、鏡筒をボディに収納すると、ボディの厚みが厚くなる欠点があった。

20 【0006】本発明は、上記問題点を解決するためになされたもので、高倍率化の向上を図る上で障害となる鏡筒の光軸方向の長さを極力短くするように工夫したズームレンズ装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するために、本発明では、第1カム溝と第2カム溝とを交差させるとともに第1又は第2レンズ保持枠に第1又は第2カムピンと異なる位置に補助ピンを突設し、第1又は第2カムピンが第1カム溝と第2カム溝との交差域を通過するときに補助ピンに係合して第1又は第2レンズ保持枠が第1又は第2カム溝の軌跡に沿って移動するようにガイドするガイド手段をカム筒に設けたものである。カム筒には、ズームレンズを構成する少なくとも2つのレンズ群を光軸方向に移動させるための第1カム溝と第2カム溝とが設けられている。これらのカム溝は、少なくとも1箇所において交差している。第1又は第2カムピンが第1カム溝と第2カム溝との交差点を通過するときには、補助ピンがカム筒に設けたガイド手段に係合し、第1又は第2レンズ保持枠を第1又は第2カム溝の軌跡に沿ってガイドする。

40 【0008】ところで、第1及び第2カム溝の深さを同じにした場合、補助ピンとガイド手段との対を二対設ける必要がある。これは、第1カムピンが交差点を通過するときに、第1ガイドピンとは異なる位置の第1レンズ保持枠に設けた第1の補助ピンに係合する第1のガイド手段と、第2カムピンが交差点を通過するときに、第2ガイドピンとは異なる位置の第2レンズ保持枠に設けた第2の補助ピンに係合する第2のガイド手段とである。

50 【0009】しかしながら、補助ピンとガイド手段との対を二対設ける代わりに、請求項2記載の発明に記載し

ように、第2カム溝を第1カム溝よりも深く形成し、第2カムピンを第2カム溝との係合を維持したまま交差点を通過させるようにすれば、補助ピンとガイド手段との一对を設けるだけで済む。また、請求項3記載の発明では、第1及び第2レンズ保持枠を有効変倍域からカメラボディの内部に移動させるための沈胴域を第1及び第2カム溝に持たせ、この沈胴域内に交差域を設けたものである。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明を適用したズームレンズ装置を図1に示す。このズームレンズ装置は、撮影レンズが、物体側から順に負のパワーを有する第1レンズ群10、正のパワーを有する第2レンズ群11、及び、正のパワーを有する第3レンズ群12とから構成された3群ズームレンズであり、主に電子スチルカメラに用いられる。装置の構成は、カム筒13、外固定筒14、内固定筒15、移動筒16、第2レンズ枠17、及び第3レンズ枠18等で構成されている。

【0011】外固定筒14は、カメラボディ等に固定され、光軸20方向に沿った長さ全部がカメラボディの内部に収納される。内固定筒15は、隙間をもって外固定筒14の内部に挿入され、同じくカメラボディ、又は外固定筒14に固定される。

【0012】カム筒13は、外固定筒14の外周で、光軸20を中心とする回転方向に回転自在に設けられ、その外周に設けたギヤ部21に、ズーム用モータ22等の駆動源から駆動が伝達されることで、光軸20を中心として回転する。

【0013】移動筒16は、外固定筒14と内固定筒15との間で、光軸20の方向に移動自在で、且つ光軸20を中心とする回転方向に回転自在に設けられ、内部の物体側寄りに第1レンズ群10が固定されている。

【0014】内固定筒15の内部には、第2レンズ枠17、第3レンズ枠18、2つのガイド棒24、25、及びフォーカス用駆動機構26とが内蔵される。フォーカス用駆動機構26は、モータ27及びこのモータ27の軸であるリードスクリュウ28とで構成されており、リードスクリュウ28の軸を光軸20に対し平行にした状態で内固定筒15に取り付けられる。2つのガイド棒24、25も、光軸20を挟んだ両側の位置で光軸20に平行にそれぞれ固定されている。

【0015】第2レンズ群11を保持した第2レンズ枠17は、2つのガイド棒24、25に係合する係合部29、30をそれぞれもっており、光軸20の方向に沿って移動自在に取り付けられる。なお、一方の係合部30は、回転止めである。

【0016】第3レンズ群12を保持した第3レンズ枠18は、前記ガイド棒24に係合する回転止め部31と、リードスクリュウ28に係合するネジ部32とをもち、フォーカス用モータ27の駆動により回転さ

れるリードスクリュウ28のリードにしたがって光軸20の方向に移動される。

【0017】カム筒13の内周には、第1レンズ群10を予め決められた変倍軌跡に沿って移動させるための3つの第1カム溝33～35が形成されている。これらの第1カム溝33～35には、外固定筒14の外周に設けた3つの直進ガイド開口36～38を通して、移動筒16の外周に突出して設けた3つの第1カムピン39～41に係合している。これにより、第1カム溝33～35は、カム筒13の回転量に応じて光軸20の方向に変位し、直進ガイド開口36～38との作用により第1カムピン39～41を介して第1レンズ群10を光軸10の方向に沿って直進的に移動させる。

【0018】また、カム筒13の内周には、第2レンズ群17を第1レンズ群10とは異なる変倍軌跡に沿って移動させるための1つの第2カム溝42が設けられている。この第2カム溝42には、内固定筒15の外周に設けた逃がし開口43と外固定筒14の外周に設けた直進ガイド開口44とを通して、第2レンズ枠17の外周に突出して設けた第2カムピン45に係合している。これにより、第2カム溝42は、カム筒13の回転量に応じて光軸20の方向に変位し、直進ガイド開口44との作用により第2カムピン45を介して第2レンズ枠17を光軸20の方向に沿って直進的に移動させる。なお、符号47は、固体撮像素子(CCD)であり、例えばカメラボディ側に固定されている。

【0019】このようなズームレンズ装置のカメラの不使用状態では、図2に示すように、移動筒16が外固定筒14の内部、すなわち、カメラボディの内部にほとんどが入り込んだ沈胴位置の状態となる。なお、図2に示した符号48は、移動筒16の後端に設けられた逃がし開口であり、沈胴位置のときにこの開口48に第2カムピン45が入り込む。また、符号49は、固体撮像素子の結像面を示している。

【0020】カメラが撮影スタンバイ状態にセットされると、ズーム用モータ22が駆動され、カム筒13が光軸20を中心として回転することで移動筒16が沈胴位置から図3に示す位置まで繰り出され、撮影レンズの変倍がテレ端となる。そして、ズーム用モータ22でさらに同じ回転方向にカム筒13を回転すると、移動筒16が図4に示す位置、すなわち、物体側に最も突出した位置まで繰り出されて撮影レンズの変倍がワイド端となる。

【0021】なお、第3レンズ群18は、沈胴位置からテレ端を通してワイド端に至るまでの間で、予め決められた位置に待機しており、合焦時に、撮影レンズの各変倍位置ごとに決められた合焦軌跡上のうち、その時点の被写体距離に応じた位置に移動される。

【0022】移動筒16の外周には、第1カムピン39～41とは別に、補助ピン50が突出して設けられてい

る。この補助ピン50は、図5に示すように、第1カムピン39~41とは異なる角度位置に設けられており、外固定筒14に設けた逃がし開口51を介してカム筒13の内周面に向けて突出している。カム筒13は、前述した図2ないし図4に示したように、摩擦抵抗を少なくするために、内周の前後端13a, 13bだけが外固定筒14の外周に接し、これらの間では外固定筒14の外周との間に隙間52が設けられている。補助ピン50は、この隙間52の内部に突出し、カム筒13の内周面に接しない高さとなっている。なお、この例では、移動筒16の外周において補助ピン50は第1カムピン39~41と同じ円周上に設けられている。

【0023】第1カム溝33~35は、図6に示すように、カム筒13の内周を3等分した位置にそれぞれ形成されている。これらの第1カム溝33~35には、同図に一重円で示した第1カムピン39~41が係合している。第2カム溝42には、二重円で示した第2カムピン45が係合している。そして、補助ピン50の移動軌跡を太い一点鎖線で示している。

【0024】第1カム溝33~35のうち、1つの第1カム溝35には、図6に第1カムピン40を示した位置で第2カム溝42が交差している。ここで、この例では、第1カム溝33~35よりも第2カム溝42の方を深く形成し、第1カムピン39~41と第1カム溝33~35との係合代よりも第2カムピン45と第2カム溝との係合代の方を多く取っている。したがって、この交差部分では、図7に示すように、第2カム溝42と第2ガイドピン45との係合が有効となるのに対し、第1カム溝35が分断されているため、第1カムピン40と第1カム溝35との係合が解除される。

【0025】前述したように第1カムピン39~41は、移動筒16の外周を3等分した位置にそれぞれ設けられており、直線ガイド開口36~38と第1カム溝33~35との交点に誘導されて移動筒16を光軸20の方向に直線的に移動させる。このため、これらの第1カムピン39~41にそれぞれ均等な力が作用しないと移動筒16がスムーズに進退しない。したがって、2つの第1カムピン39, 41が第1カム溝34, 33に係合していても、残り1つの第1カムピン40が第1カム溝35に係合しない箇所がある場合、この部分では移動筒16をスムーズに進退させることができない。

【0026】そこで、前述した補助ピン50を移動筒16に設けるとともに、前記第1カムピン40が第1カム溝35と第2カム溝42との交差点に入り込んだときだけ、前記補助ピン50に係合し、第1カムピン40が第1カム溝35に沿って移動するように補助ピン50を案内するためのガイド突起55, 56(図6参照)がカム筒13の内周面から隙間52に向けて突出して設けられている。

【0027】次に、上記構成の作用を簡単に説明する。

ズームレンズ装置が沈胴位置の状態のときには、第1カムピン39~41が第1カム溝33~35のうち、図6に示す符号A1, A2, A3の位置に、また、第2カムピン45は第2カム溝42のうち、同図に示す符号A4の位置に、さらに、補助ピン50は同図に示す符号A5の位置にそれぞれ位置している。

【0028】カム筒13が同図に示す $\theta 1$ の角度だけ回転すると、第1カムピン39~41は、第1カム溝33~35のうち同図に示す符号B1, B2, B3の位置にそれぞれ移動され、移動筒16が光軸20の方向に沿ったA位置とB位置との間の間隔分だけ物体側に繰り出される。このとき第2カムピン45は第2カム溝42のうち同図に示す符号C4の位置に移動され、第2レンズ枠17が光軸20の方向に沿ったA位置とC位置との間の間隔分だけ物体側に繰り出される。これにより、撮影レンズの変倍が図3に示したテレ端の状態となる。このとき、黒丸で示している補助ピン50は、太い一点鎖線で示した移動軌跡のうち同図に示す符号B5の位置に移動している。なお、沈胴位置からテレ端に向けてのカム筒13の回転方向は、図6において上方向となる。また、各ピン39~41, 45, 50の移動位置を示す符号は、英文字が光軸20の方向の位置を、また数字がピンの種類を表している。

【0029】テレ端の状態からさらにカム筒13が同図に示す $\theta 2$ の角度だけ回転すると、第1カムピン39~41は、第1カム溝33~35のうち同図に示す符号E1, E2, E3の位置にそれぞれ移動され、移動筒16が光軸20の方向に沿ったB位置とE位置との間の間隔分だけ物体側に繰り出される。このとき第2カムピン45は第2カム溝42のうち同図に示す符号F4の位置に移動され、第2レンズ枠17が光軸20の方向に沿ったB位置とF位置との間の間隔分だけ結像面側に退避する。これにより、撮影レンズの変倍が図4に示したワイド端の状態となる。このとき、補助ピン50は、太い一点鎖線で示した移動軌跡のうち同図に示す符号E5の位置に移動している。

【0030】沈胴位置の状態からカム筒13が同図に示す $\theta 3$ の角度だけ回転すると、第1カムピン39~41は、第1カム溝33~35のうち同図に示す符号A1, A2, A3の位置からG1, G2, G3の位置にそれぞれ移動され、符号G1の位置に移動した第1カムピン40が、第1カム溝42と第2カム溝42との交差点に入り込む。このとき補助ピン50が、太い一点鎖線で示した移動軌跡のうち同図に示す符号G5の位置に移動し、ガイド突起55, 56の間で入り込んでガイド突起55, 56に係合する。なお、このとき、第2カムピン45は同図に示す符号A4の位置からH4の位置に移動している。

【0031】このときの撮影レンズは、撮影時に使用するテレ端とワイド端との間の有効変倍域ではなく、沈胴

位置から有効変倍域に向けて移動する沈胴域の途中である。この例のように、有効変倍域以外の区間でカム溝同士を交差させれば、撮影レンズの焦点移動等を考慮しなくて済む区間なので、ガイド突起対 55、56 の内々面を第 1 及び第 2 ガイド溝 33~35、42 と同じに略直線的に形成でき、コストの面で安価となる。

【0032】上記実施例では、補助ピン 50 をカム筒 13 の内周面に当てないようにしているが、図 8 に示す実施例では、補助ピン 50 の移動軌跡に沿ってそれを逃がす逃げ溝 60 を内周面に設けたカム筒 70 を用いている。この逃げ溝 60 には、第 1 カムピン 40 が第 1 カム溝 35 と第 2 カム溝 42 との交差点に入り込んだときだけ、補助ピン 50 に係合し、第 1 カムピン 40 が第 1 カム溝 35 に沿って移動するように補助ピン 50 を案内するためのガイド突起対 61、62 が対向する向きに突出して設けられており、カム筒 70 の内周面からは突出していない。

【0033】逃げ溝 60 は、補助ピン 50 が第 1 カムピン 39~41 と同じ移動筒 16 に設けられているから第 1 カム溝 33~35 と同じ形状となっており、また、図 9 に示すように、第 1 カムピン 40 との間のズレ角に応じた分だけ図 8 に示したように光軸 20 を中心とする回転方向にずれて形成されている。このように補助ピン 50 を逃がすための逃げ溝 60 をカム筒 13 の内周面に設けると、ガイド突起対 61、62 を逃げ溝 60 が突出しないから、カム筒 13 を外固定筒 14 の外周に接近して設けることができ、したがって、隙間 52 の分だけズームレンズ鏡筒を小径にすることができる。なお、図 8 及び図 9 では、図 6 で説明したのと同じ機能ものに同符号を付与して詳しい説明を省略している。

【0034】なお、図 8 で説明した実施例では、逃げ溝 60 を設けたことで、図 8 に示したように、逃げ溝 60 が第 1 カム溝 35 と第 2 カム溝 42 とにそれぞれ交わっている。しかしながら、この例では、逃げ溝 60 よりも第 1 カム溝 35 及び第 2 カム溝 42 の方を深く形成し、また、補助ピン 50 よりも第 1 カムピン 40 及び第 2 カムピン 45 の方を突出させて係合代を多く取っているため、これらの交差点で第 1 及び第 2 カムピン 40、45 と第 1 及び第 2 カム溝 35、42 との係合が解除されることがなく、したがって、別途にガイド手段を設けず

に、移動筒 16 及び第 2 レンズ枠 17 とをスムーズに移動させることができる。

【0035】上記実施例では、第 1 カム溝 33~35 と第 2 カム溝 42 との深さを変えているが、本発明では同じ深さとしてもよい。この場合には、それぞれのレンズ枠に補助ピンを設け、且つ、各カムピンが交差域を通過するときに各レンズ枠をガイドする第 1 及び第 2 のガイド手段をカム筒にそれぞれ設ける必要がある。

【0036】また、上記実施例では、底が有る有底のカム溝としているが、本発明ではこれに限らず、カム溝を

底無しの開口としてもよい。この場合も前述したと同じにレンズ枠毎に補助ピンを設け、且つカム筒に第 1 及び第 2 のガイド手段が必要になる。

【0037】ところで、補助ピン及びガイド手段を 1 対だけにする方法としては、前述したようにカム溝の深さを変える方法があるが、この方法の他に、カムピンの径を変えてもよい。この場合には、異なる幅のカム溝が交差する域では、小径のカムピンが幅の狭いカム溝と係合が解除されるから、この小径のカムピンを設けた方のレンズ枠に補助ピンを設ければよい。このようにカムピンの径を変えるようにすれば、カム溝を無底の開口にした場合でも、補助ピン及びガイド手段とを 1 対設けるだけ済む。

【0038】上記実施例では、レンズのパワーが負・正・正の順番で構成される 3 群ズームレンズとしているが、本発明ではこれに限らず、少なくとも 2 つのレンズ群を光軸方向に移動させて焦点距離の変更を行うものであれば、レンズ群の構成やレンズのパワー等を限定する必要はない。

【0039】上記実施例では、電子スチルカメラ用のズームレンズ装置としているが、これに限らず、写真用カメラやビデオカメラ等にも採用することができるのはいうまでもない。

【0040】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、第 1 のカム溝と第 2 のカム溝とを交差させて設けたから、カム筒の光軸方向に沿った長さを短くして形成することができ、鏡筒の光軸方向の長さをコンパクトにすることができるとともに、例えばズームレンズの沈胴位置を設ける場合には、カメラボディの厚みを薄くすることができる。そして、交差域をカムピンが通過するときは、補助ピンがレンズ保持枠をガイドするから、レンズ保持枠をスムーズに移動することができる。また、請求項 2 記載の発明によれば、第 2 カム溝を第 1 カム溝よりも深くして形成したから、補助ピンとガイド手段とを 1 対だけ設けるだけで済み、コストダウンを図ることができる。また、請求項 3 記載の発明では、カム溝の交差域を沈胴域に設けたから、補助ピンに係合するガイド手段を精度良く形成する必要がなく、したがって、ローコスト化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のズームレンズ装置の構成を示す分解斜視図である。

【図 2】沈胴位置の状態を示す横断面図である。

【図 3】テレ端の状態を示す横断面図である。

【図 4】ワイド端の状態を示す横断面図である。

【図 5】第 2 レンズ枠、移動筒、及びカム筒等の構成を示した縦断面図である。

【図 6】カム筒の内周面を示した展開図である。

【図 7】第 1 カム溝と第 2 カム溝との交差部分を拡大し

10

20

30

40

50

て示した斜視図である。

【図8】別の実施例のカム筒の内周面を示した展開図である。

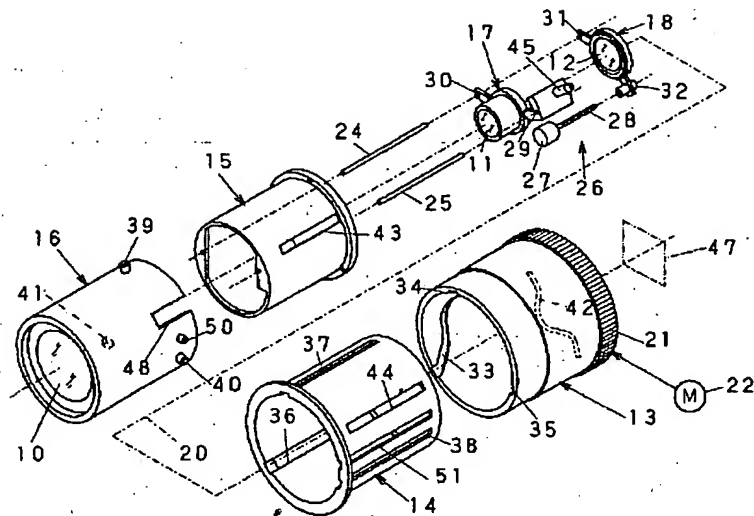
【図9】図8に示した実施例のズームレンズ装置の要部を示す縦断面図である。

【符号の説明】

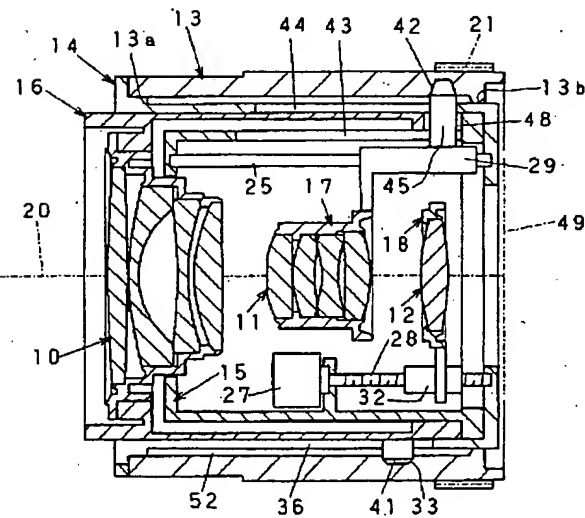
10 第1レンズ群
11 第2レンズ群
12 第3レンズ群
13 カム筒

14 外固定筒
15 内固定筒
16 移動筒
17 第2レンズ枠
18 第3レンズ枠
22, 27 モータ
33~35 第1カム溝
39~41 第1カムピン
42 第2カム溝
45 第2カムピン

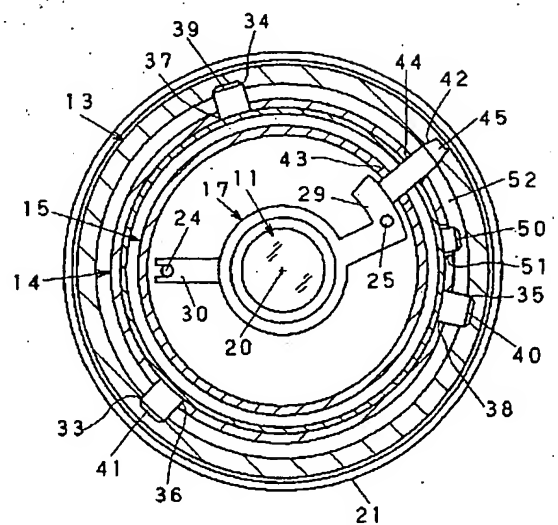
【図1】



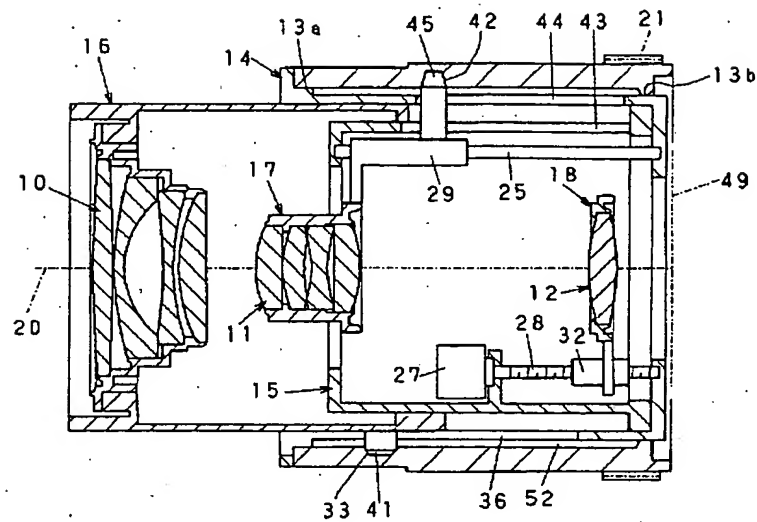
【図2】



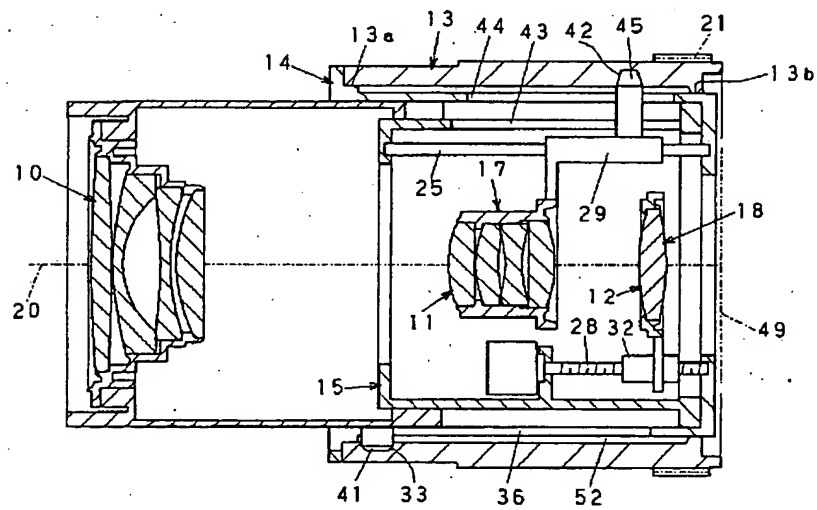
【図5】



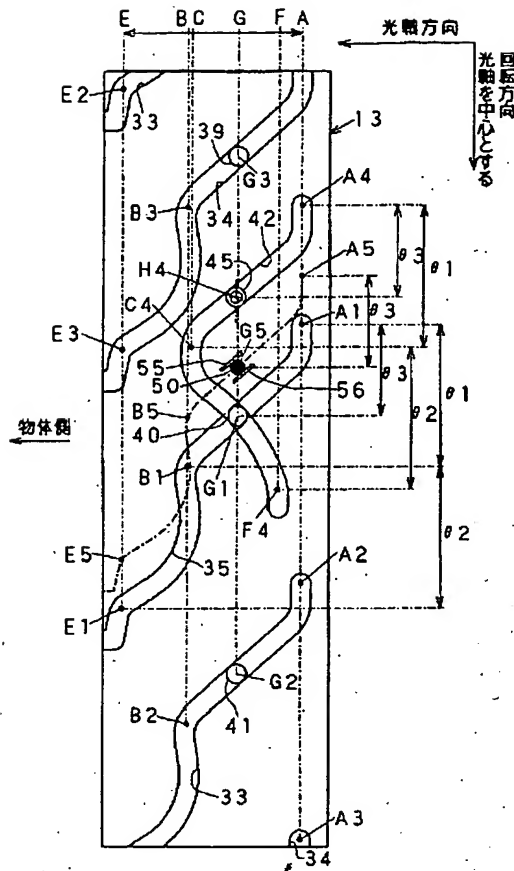
【図3】



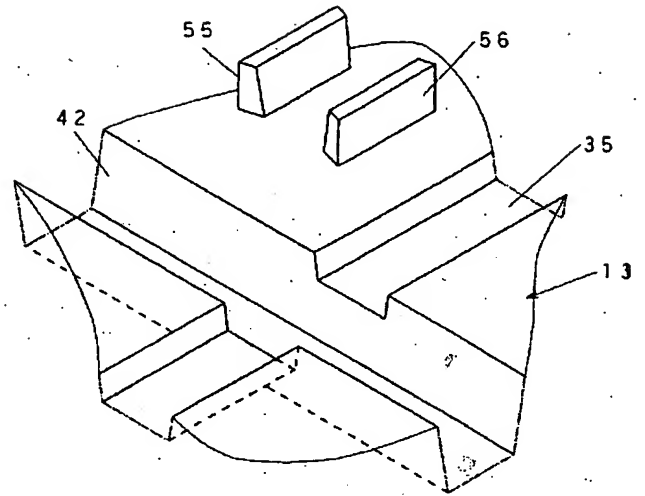
【図4】



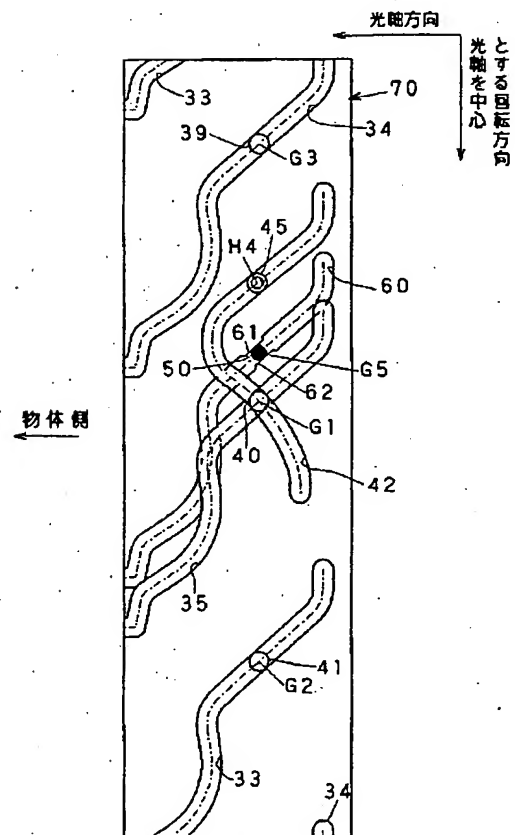
【図6】



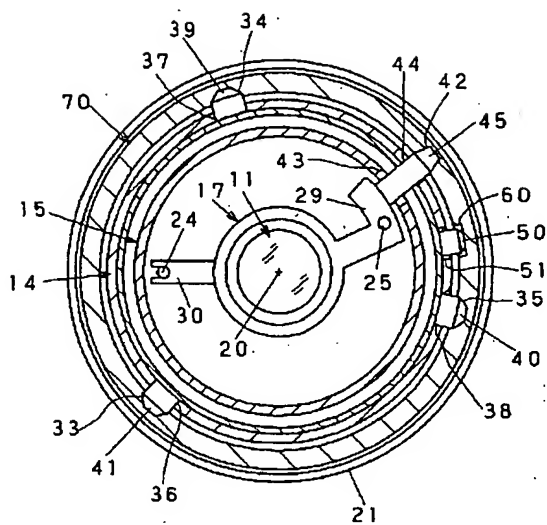
【図7】



【図8】



【図9】



ZOOM LENS DEVICE

Japanese Unexamined Patent No. Hei-10-282394

Laid-open on: October 23, 1998

Application No. Hei-9-86625

Filed on: April 4, 1997

Inventor: Eiichi KABE

Applicant: Fuji Photo Optical Co., Ltd.

Fuji Photo Film Co., Ltd.

Patent attorney: Kazunori KOBAYASHI

SPECIFICATION

[TITLE OF THE INVENTION] Zoom lens device

[ABSTRACT]

[THEME] An object of the present invention is to provide a compact zoom lens device by reducing the length along the optical axis direction of a lens barrel.

[SOLVING MEANS] First cam grooves 33-35 for moving a first lens holding frame along the predetermined locus of variable power and a second cam groove 42 for moving a second lens holding frame along the locus of variable power different from that of the first lens group are formed on an inner circumferential surface of a rotary barrel 13 in a partially intersected manner.

A first cam pin 40 provided on the first lens holding frame and a second cam pin 45 provided on the second lens holding frame are, respectively, engaged with the first cam grooves 33-35 and the second cam groove 42. The first cam groove 35 is shallower than the second cam groove 42, and divided at the intersection area. When the first cam pin 40 is moved to the intersection area G1, an auxiliary pin 50 provided on the first lens holding frame is engaged with guide projection pairs 55 and 56 provided so as to be projected on the inner circumference of the rotary barrel 13, and the first cam pin 40 is guided so as to be moved along the locus of the first cam groove 35.

[WHAT IS CLAIMED IS;]

[Claim 1] A zoom lens device in which a first cam pin and a second cam pin are, respectively, provided so as to be projected on a first lens holding frame and a second lens holding frame which, respectively, hold lens groups constituting a zoom lens and are supported so as to be freely moved in an optical axis direction by straight advance guides, and the cam pins are, respectively, engaged with a first cam groove and a second cam groove formed on a cam barrel such that the first lens holding frame and the second lens holding frame are, respectively, moved in the optical axis direction by the rotation of the cam barrel,

wherein the first cam groove is intersected with the second cam groove, and an auxiliary pin is provided so as to be projected at a position different from the first cam pin or the second cam pin on the first lens holding frame or the second lens holding frame, and

wherein a guiding means is provided on the cam barrel, the guiding means for being engaged with the auxiliary pin when the first cam pin or the second cam pin passes through the intersection area of the first cam groove and the second cam groove, and guiding such that the first lens holding frame or the second lens holding frame is moved along the locus of the first cam groove or the second cam groove.

[Claim 2] The zoom lens device according to Claim 1, wherein the first cam groove and the second cam groove are bottomed cam grooves, the second cam groove formed deeper than the first cam groove, and the second cam pin passes through the intersection while maintaining an engagement with the second cam groove.

[Claim 3] The zoom lens device according to Claim 1 or 2, wherein the first cam groove and the second cam groove have a collapsing area for moving the first lens holding frame and the second lens holding frame inside a camera body from an effective variable power area, and the intersection area is formed in

the collapsing area.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[Field of the Invention] The present invention relates to a zoom lens device used for an electronic still camera, a television camera and a photographic camera or the like. More particularly, the present invention relates to a zoom lens device provided with at least two lens groups.

[0002]

[Prior Arts] Conventionally, a zoom lens device which is compact and has high magnification is known. The zoom lens device is composed of a front group lens having a negative power and a rear group lens having a positive power. In the zoom lens device of this type, the front group lens and the rear group lens are built into a cam barrel provided with a first cam means for moving the front group lens along the predetermined locus of variable power and a second cam means for moving the rear group lens along the locus of variable power different from that of the first lens group.

[0003] The development shape of the first cam means has shapes for moving the front group lens to an object side at a wide end and to an image forming face side at a telephoto end. The development shape of the second cam means has shapes for moving

the rear group lens to the image forming face side at the wide end and to the object side at the telephoto end. Therefore, in the lens movement at the time of zooming, the distance between the front group lens and the rear group lens becomes longest at the wide end, and the distance becomes shortest at the telephoto end.

[0004] As is known, the cam means comprises a cam pin provided on a lens frame, a cam barrel provided with a cam groove that the cam pin is fitted into, and a straight advance guide for regulating the rotating direction of the lens frame. The lens frame is moved forward and backward in an optical axis direction by the relative rotation between the cam barrel and the straight advance guide. The amount of displacement in the optical axis direction with respect to the rotational amount is the moving amount of the lens.

[0005]

[Problems to be Solved by the Invention] It is necessary to increase the amount of displacement of the cam groove in the optical axis direction by a prescribed rotational amount to attain high variable power in the zoom lens device of the above type. As a result, the length of the cam barrel in the optical axis direction becomes longer. Therefore, when two cam means are arranged along the optical axis direction, the length of

the cam barrel along the optical axis direction becomes still longer. In a thin camera, a lens barrel is projected from a camera body, and when the lens barrel is stored inside the camera body, a disadvantage exists in that the thickness of the camera body increases.

[0006] The present invention has been made to solve the aforementioned problems. It is an object of the present invention to provide a zoom lens device which is so devised as to shorten the length of the lens barrel in the optical axis direction as much as possible, the length of the lens barrel being obstacles to attain high variable power.

[0007]

[Means for Solving the Problems] In order to solve the aforementioned problems, according to the present invention, a first cam groove is intersected with a second cam groove, an auxiliary pin provided so as to be projected at a position different from a first cam pin or a second cam pin on a first lens holding frame or a second lens holding frame, and a guiding means is provided on a cam barrel, the guide means for being engaged with the auxiliary pin when the first cam pin or the second cam pin passes through the intersection area of the first cam groove and the second cam groove, and guiding such that the first lens holding frame or the second lens holding frame

is moved along the locus of the first cam groove and the second cam groove. The first cam groove and the second cam groove for moving at least two lens groups constituting the zoom lens in the optical axis direction are formed on the cam barrel. The cam grooves are intersected at least at one spot. When the first cam pin or the second cam pin passes through the intersection area of the first cam groove and the second cam groove, the auxiliary pin is engaged with the guiding means provided on the cam barrel, and the first lens holding frame or the second lens holding frame is guided so as to be moved along the locus of the first cam groove or the second cam groove. [0008] Meanwhile, in the case where the first cam groove is set to the same depth as that of the second cam groove, it is necessary that two pairs of the auxiliary pin and the guiding means are provided. These are a first guiding means with which the first auxiliary pin provided at a position different from a first guide pin on the first lens holding frame is engaged when the first cam pin passes through the intersection, and a second guiding means with which the second auxiliary pin provided at a position different from a second guide pin on the second lens holding frame is engaged when the second cam pin passes through the intersection.

[0009] However, instead of providing two pairs of the auxiliary

pin and the guiding means, according to Claim 2, when the second cam groove is formed deeper than the first cam groove, the second cam pin passes through the intersection while maintaining engagement with the second cam groove. Accordingly, only a pair of the auxiliary pin and the guiding means can be provided. According to Claim 3, the first cam groove and the second cam groove have a collapsing area for moving the first lens holding frame and the second lens holding frame inside the camera body from an effective variable power area, and the intersection area is formed in the collapsing area.

[0010] [Preferred Embodiment] A zoom lens device to which the present invention applies is illustrated in Fig. 1. The zoom lens device has a photographic lens which is a three group zoom lens composed of a first lens group 10 having a negative power, a second lens group 11 having a positive power and a third lens group 12 having a positive power in order from an object side, and is mainly used for an electronic still camera. The device is composed of a cam barrel 13, an outer fixed barrel 14, an inner fixed barrel 15, a movement barrel 16, a second lens frame 17 and a third lens frame 18 or the like.

[0011] The outer fixed barrel 14 is fixed to a camera body or the like, and the entire length of the outer fixed barrel 14

along the direction of an optical axis 20 is stored in the camera body. The inner fixed barrel 15 is inserted into the outer fixed barrel 14 with a clearance, and is fixed similar to the camera body or the outer fixed barrel 14.

[0012] The cam barrel 13 is provided so as to be freely rotatable in the rotating direction centering around the optical axis 20 on the outer circumference of the outer fixed barrel 14. The cam barrel 13 is rotated around the optical axis 20 by transmitting a drive from a driving source such as a zooming motor 22 to a gear part 21 provided on the outer circumference.

[0013] The movement barrel 16 is provided so as to be freely moved in the direction of the optical axis 20 and so as to be freely rotatable in the rotating direction centering around the optical axis 20 between the outer fixed barrel 14 and the inner fixed barrel 15. The first lens group 10 is fixed to the object side of the inner part of the movement barrel 16.

[0014] The second lens frame 17, the third lens frame 18, two guide bars 24 and 25 and a driving mechanism 26 for focusing are enclosed in the inner fixed barrel 15. The driving mechanism 26 for focusing is composed of a motor 27 and a lead screw 28 as a shaft of the motor 27, and is attached to the inner fixed barrel 15 with the shaft of the lead screw 28 being in parallel with the optical axis 20. The guide bars 24 and

25 are also fixed, respectively, so as to be in parallel with the optical axis 20 at positions on both sides holding the optical axis 20.

[0015] The second lens frame 17 maintaining the second lens group 11 has engaging parts 29 and 30 which are, respectively, engaged with the guide bars 24 and 25, and is attached so as to be freely moved along the direction of the optical axis 20. In addition, the engaging part 30 is a rotation stop.

[0016] The third lens frame 18 maintaining the third lens group 12 has a rotation stop part 31 engaged with the guide bar 24 and a screw part 32 engaged with the lead screw 28, and is moved in the direction of the optical axis 20 according to the lead of the lead screw 28 rotated by driving the motor 27 for focusing.

[0017] Three first cam grooves 33-35 for moving the first lens group 10 along the predetermined locus of variable power are formed on the inner circumference of the cam barrel 13. Three first cam pins 39-41 provided so as to be projected on the outer circumference of the movement barrel 16 are engaged with the first cam grooves 33-35 through three straight advance guide openings 36-38 formed on the outer circumference of the outer fixed barrel 14. Thereby, the first cam grooves 33-35 are displaced in the direction of the optical axis 20 according

to the rotation amount of the cam barrel 13, and the first lens group 10 is moved straight along the direction of the optical axis 10 through the first cam pins 39-41 by action with the straight advance guide openings 36-38.

[0018] A second cam groove 42 for moving the second lens group 17 along the locus of variable power different from that of the first lens group 10 is formed on the inner circumference of the cam barrel 13. A second cam pin 45 provided so as to be projected on the outer circumference of the second lens frame 17 is engaged with the second cam groove 42 through a clearance opening 43 formed on the outer circumference of the inner fixed barrel 15 and a straight advance guide opening 44 formed on the outer circumference of the outer fixed barrel 14. Thereby, the second cam groove 42 is displaced in the direction of the optical axis 20 according to the rotation amount of the cam barrel 13, and the second lens frame 17 is moved straight along the direction of the optical axis 20 through the second cam pin 45 by action with the straight advance guide opening 44. Numeral 47 designates a solid-state image pickup device (CCD) and for example, the solid-state image pickup device is fixed to the camera body side.

[0019] In the state where the camera of the zoom lens device of this type is not used, as shown in Fig. 2, the greater portion

of the movement barrel 16 is inserted into the outer fixed barrel 4, that is, the camera body being in the state of a collapsing position. Numeral 48 shown in Fig. 2 designates a clearance opening formed at the rear end of the movement barrel 16, and at the collapsing position, the second cam pin 45 is inserted into the opening 48. Also, Numeral 49 designates an image forming face of the solid-state image pickup device.

[0020] When the camera is set in a photographing standby state, the zooming motor 22 is driven. The movement barrel 16 is extended to the position shown in Fig. 3 from the collapsing position by the rotation of the cam barrel 13 centering around the optical axis 20, and the variable power of the photographic lens becomes a telephoto end. When the cam barrel 13 is still further rotated in the same rotating direction by the zooming motor 22, the movement barrel 16 is extended to the position shown in Fig. 4, that is, the position where the movement barrel 16 projects most to the object side, and thereby the variable power of the photographic lens becomes a wide end.

[0021] The third lens group 18 stands at a predetermined position from the collapsing position to the wide end through the telephoto end. At the time of focusing, the third lens group 18 is moved to the position corresponding to the subject

distance at that point in time when the focusing locus is determined at each variable power position of the photographic lens.

[0022] In addition to the first cam pins 39-41, an auxiliary pin 50 is provided so as to be projected on the outer circumference of the movement barrel 16. As shown in Fig. 5, the auxiliary pin 50 is provided at an angle position different from the first cam pins 39-41 and is projected to the inner circumferential surface of the cam barrel 13 through a clearance opening 51 formed on the outer fixed barrel 14. As shown in Fig. 2 through Fig. 4 described above, only the front and rear ends 13a and 13b of the inner circumference of the cam barrel 13 are in contact with the outer circumference of the outer fixed barrel 14 to reduce frictional resistance, and a clearance 52 is formed between the outer circumference of the outer fixed barrel 14 and the cam barrel 13. The auxiliary pin 50 is projected to the inside of the clearance 52 and has such a height that the auxiliary pin 50 is not in contact with the inner circumferential surface of the cam barrel 13. In addition, in this example, the auxiliary pin 50 is provided on the same circumference as the first cam pins 39-41 on the outer circumference of the movement barrel 16.

[0023] As shown in Fig. 6, the first cam grooves 33-35 are,

respectively, formed at positions obtained by dividing the inner circumference of the cam barrel 13 into three equal parts. The first cam pins 39-41 indicated by a single circle in Fig. 6 are engaged with the first cam grooves 33-35. The second cam pin 45 indicated by a double circle is engaged with the second cam groove 42. The moving locus of the auxiliary pin 50 is shown by bold dashed lines.

[0024] The second cam groove 42 is intersected with the first cam groove 35 among the first cam grooves 33-35 at the position of the first cam pin 40 shown in Fig. 6. Herein, in this example, the second cam groove 42 is formed deeper than the first cam grooves 33-35 and the engaging margin of the second cam pin 45 with the second cam groove is larger than the engaging margin of the first cam pins 39-41 with the first cam grooves 33-35. Thus, as shown in Fig. 7, the engagement of the second cam groove 42 with the second guide pin 45 is effective in the intersection part, while the engagement of the first cam pin 40 with the first cam groove 35 is released by the division of the first cam groove 35.

[0025] As described above, the first cam pins 39-41 are, respectively, provided at the positions obtained by dividing the outer circumference of the movement barrel 16 into three equal parts. The first cam pins 39-41 are induced to the

intersections of the straight advance guide openings 36-38 and the first cam grooves 33-35, and the movement barrel 16 is moved straight in the direction of the optical axis 20. For this reason, when equal force does not act on the first cam pins 39-41 respectively, the movement barrel 16 is not moved forward and backward smoothly. Therefore, even if the first cam pins 39 and 41 are engaged with the first cam grooves 34 and 33 and the position where the first cam pin 40 is not engaged with the first cam groove 35 exists, the movement barrel 16 cannot be moved forward and backward smoothly at the position.

[0026] Consequently, the above-described auxiliary pin 50 is provided on the movement barrel 16. Guide projection pairs 55 and 56 for being engaged with the auxiliary pin 50 only when the first cam pin 40 is inserted into the intersection of the first cam groove 35 and the second cam groove 42, and guiding the auxiliary pin 50 (see Fig. 6) such that the first cam pin 40 is moved along the first cam groove 35 are provided so as to be projected to the clearance 52 from the inner circumferential surface of the cam barrel 13.

[0027] Next, the action of the above construction is simply described. When the zoom lens device is in the state of the collapsing position, the first cam pins 39-41 are located at the positions of numerals A1, A2 and A3 shown in Fig. 6 among

the first cam grooves 33-35. The second cam pin 45 is located at the position of the numeral A4 shown in Fig. 6 among the second cam groove 42 and the auxiliary pin 50 is located at the position of the numeral A5 shown in Fig. 6.

[0028] When the cam barrel 13 is rotated by an angle θ_1 shown in Fig. 6, the first cam pins 39-41 are, respectively, moved to the positions of the numerals B1, B2 and B3 shown in Fig. 6 among the first cam grooves 33-35, and the movement barrel 16 is extended to the object side by a gap amount between a position A and a position B along the direction of the optical axis 20. At this time, the second cam pin 45 is moved to the position of numeral C4 shown in Fig. 6 among the second cam groove 42, and the second lens frame 17 is extended to the object side by a gap amount between the position A and a position C along the direction of the optical axis 20. Thereby, the variable power of the photographic lens is in the state of the telephoto end shown in Fig. 3. At this time, the auxiliary pin 50 indicated by a black spot is moved to the position of numeral B5 shown in Fig. 6 among the moving locus shown by bold dashed lines. The rotating direction of the cam barrel 13 to the telephoto end from the collapsing position is the upper direction in Fig. 6. The alphabetic character of the numeral showing the moving position of each pin 39-41, 45, 50 represents

the position in the direction of the optical axis 20 and the number thereof represents the kind of pin.

[0029] When the cam barrel 13 is rotated by an angle θ_2 shown in Fig. 6 from the state of the telephoto end, the first cam pins 39-41 are, respectively, moved to the positions of the numerals E1, E2, E3 shown in Fig. 6 among the first cam grooves 33-35, and the movement barrel 16 is extended to the object side by a gap amount between the position B and a position E along the direction of the optical axis 20. At this time, the second cam pin 45 is moved to the position of numeral F4 shown in Fig. 6 among the second cam groove 42, and the second lens frame 17 is retreated to the image forming face side by a gap amount between the position B and a position F along the direction of the optical axis 20. Thereby, the variable power of the photographic lens is in the state of the wide end shown in Fig. 4. At this time, the auxiliary pin 50 is moved to the position of numeral E5 shown in Fig. 6 among the moving locus shown by bold dashed lines.

[0030] When the cam barrel 13 is rotated by an angle θ_3 shown in Fig. 6 from the state of the collapsing position, the first cam pins 39-41 are, respectively, moved to the positions of the numerals G1, G2, G3 from the positions of the numerals A1, A2, A3 shown in Fig. 6 among the first cam grooves 33-35, and

the first cam pin 40 moved to the position of numeral G1 is inserted into the intersection of the first cam groove 42 and the second cam groove 42. At this time, the auxiliary pin 50 is moved to the position of numeral G5 shown in Fig. 6 among the moving locus shown by bold dashed lines, and is engaged with the guide projection pairs 55 and 56 by being inserted between the guide projection pairs 55 and 56. At this time, the second cam pin 45 is moved to the position of numeral H4 from the position of numeral A4 shown in Fig. 6.

[0031] At this time, the photographic lens is not in the effective variable power area between the telephoto end and the wide end, used at the photographing time but in the middle of the collapsing area moving from the collapsing position toward the effective variable power area. As with this example, if the cam grooves intersect each other in sections other than the effective variable power area, where the focal movement or the like of the photographic lens is not considered, the inner surfaces of the guide projection pairs 55 and 56 can be formed into a nearly linear shape in a same way to the first guide grooves 33-35 and the second guide groove 42, and thereby the cost can be reduced.

[0032] In the above example, the auxiliary pin 50 is not in contact with the inner circumferential surface of the cam

barrel 13. But in the example shown in Fig. 8, a cam barrel 70 is used, and an escape groove 60 allowing the auxiliary pin 50 to escape along the moving locus of the auxiliary pin 50 is formed on the inner circumferential surface of the cam barrel 70. Guide projection pairs 61 and 62 are provided so as to be projected in the direction facing each other in the escape groove 60. The guide projection pairs 61 and 62 are engaged with the auxiliary pin 50 only when the first cam pin 40 is inserted into the intersection of the first cam groove 35 and the second cam groove 42, and guide the auxiliary pin 50 such that the first cam pin 40 is moved along the first cam groove 35. The guide projection pairs 61 and 62 are not projected from the inner circumferential surface of the cam barrel 70. [0033] The escape groove 60 has the same shape as the first cam grooves 33-35 since the auxiliary pin 50 is provided on the movement barrel 16 on which the first cam pins 39-41 are provided. As shown in Fig. 9, the escape groove 60 is formed so as to be shifted in the rotating direction centering around the optical axis 20 shown in Fig. 8 by only the amount corresponding to the deviation angle between the first cam pin 40 and the auxiliary pin 50. Thus, when the escape groove 60 for allowing the auxiliary pin 50 to escape is provided on the inner circumferential surface of the cam barrel 13, the guide

projection pairs 61 and 62 are not projected from the escape groove 60. Therefore, the cam barrel 13 can be provided close to the outer circumference of the outer fixed barrel 14, and thereby the diameter of the zoom lens barrel can be reduced by the amount of the clearance 52. In Fig. 8 and Fig. 9, the elements having the same function as those of elements described in Fig. 6 are designated by the same numerals, and a detailed description is omitted.

[0034] In addition, in the example described in Fig. 8, the escape groove 60 is provided, and the escape groove 60 is intersected with the first cam groove 35 and the second cam groove 42 as shown in Fig. 8. However, in this example, since the first cam groove 35 and the second cam groove 42 are formed deeper than the escape groove 60 and an engaging margin is increased by making the first cam pin 40 and the second cam pin 45 project more than the auxiliary pin 50, the engagement of the first cam pin 40 and the first cam groove 35, and the engagement of the second cam pin 45 and the second cam groove 42 are not released in the intersections. Therefore, the movement barrel 16 and the second lens frame 17 can be smoothly moved without separately providing the guide means.

[0035] In the above example, the depth of the first cam grooves 33-35 is different from that of the second cam groove 42,

however, in the present invention, the depth of the first cam grooves 33-35 may be the same as that of the second cam groove 42. In this case, it is necessary that an auxiliary pin is provided on each lens frame, and the first guiding means and the second guiding means for guiding each lens frame when each cam pin passes through the intersection area are provided, respectively, on the cam barrel.

[0036] Also, in the above example, the cam grooves are bottomed cam grooves, but the invention is not limited thereto. The bottom of the cam grooves may be opened. In this case, similar to the above described case, an auxiliary pin is required on each lens frame, and the first guiding means and the second guiding means must be provided on the cam barrel.

[0037] Methods for providing only a pair of the auxiliary pin and the guiding means include to change the depth of the cam groove described above. Beyond this method, the diameter of the cam pin may be changed. In this case, since the engagement between the cam pin with a small diameter and the cam groove with a narrow width is released in the area where the cam grooves with different widths are intersected, an auxiliary pin is provided on a lens frame on which the cam pin with a small diameter is provided. Thus, if the diameter of the cam pin is changed and the bottom of the cam groove is opened, only

a pair of the auxiliary pin and the guiding means can be provided.

[0038] In the above example, a three group zoom lens composed of a lens group having a negative power, a lens group having a positive power and a lens group having a positive power in order is used, but the invention is not limited thereto. If the focal distance is changed by moving at least two lens groups in the optical axis direction, the construction of the lens group and the lens power or the like are not limited.

[0039] In the above example, the zoom lens device is used for an electronic still camera, but the invention is not limited thereto. It is a matter of course that the present invention is also applicable to a photographic camera and a video camera or the like.

[0040]

[Effects of the Invention] As has been described in detail above, according to the present invention, the length of the cam barrel along the optical axis direction can be reduced by intersecting the first cam groove with the second cam groove, and the length of the lens barrel in the optical axis direction can be formed to be shortened. For example, when the collapsing position of the zoom lens is provided, the thickness of the camera body can be reduced. When the cam pin passes through the

intersection area, the auxiliary pin guides the lens holding frame, and thereby the lens holding frame can be smoothly moved. According to Claim 2, since the second cam groove is formed deeper than the first cam groove, only a pair of the auxiliary pin and the guiding means can be provided, and thereby the cost can be reduced. According to Claim 3, since the intersection area is provided in the collapsing area, it is unnecessary to accurately form the guiding means for being engaged with the auxiliary pin, and thereby the cost can be reduced.

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

[Fig. 1] An exploded perspective view showing the construction of a zoom lens device according to the present invention.

[Fig. 2] A cross-sectional view showing the state of a collapsing position.

[Fig. 3] A cross-sectional view showing the state of a telephoto end.

[Fig. 4] A cross-sectional view showing the state of a wide end.

[Fig. 5] A longitudinal sectional view showing the construction of a second lens frame, a movement barrel and a cam barrel or the like.

[Fig. 6] A development showing the inner circumferential surface of a cam barrel.

[Fig. 7] An enlarged perspective view showing the intersection part of a first cam groove and a second cam groove.

[Fig. 8] A development showing the inner circumferential surface of a cam barrel according to another example.

[Fig. 9] A longitudinal sectional view showing the essential parts of the zoom lens device according to the example shown in Fig. 8.

[Description of the Symbols]

10 first lens group

11 second lens group

12 third lens group

13 cam barrel

14 outer fixed barrel

15 inner fixed barrel

16 movement barrel

17 second lens frame

18 third lens frame

22, 27 motor

33-35 first cam groove

39-41 first cam pin

42 second cam groove

45 second cam pin

Fig.1

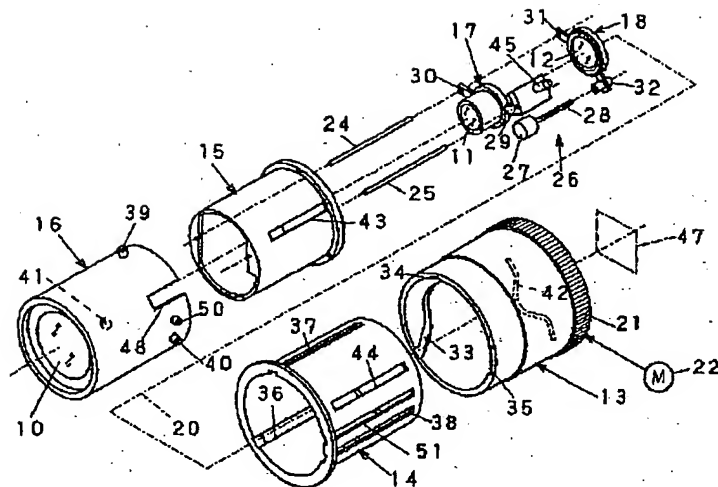


Fig.2

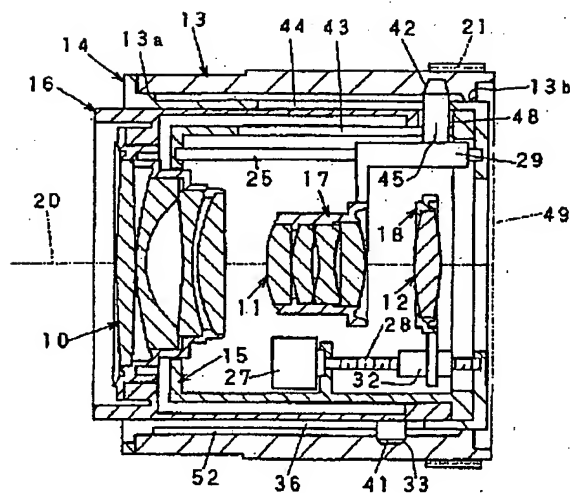


Fig.5

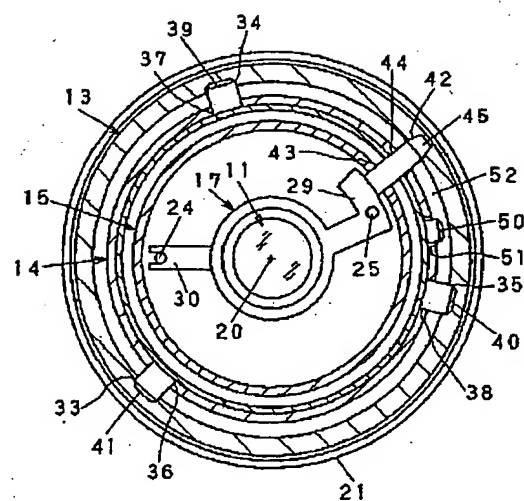


Fig.3

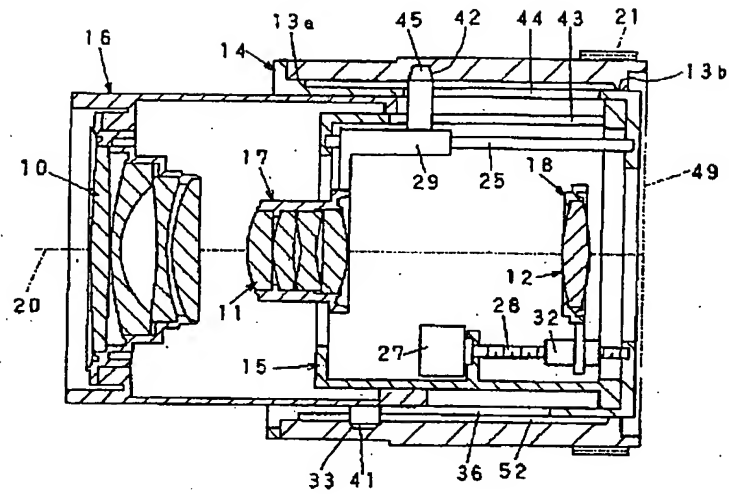


Fig.4

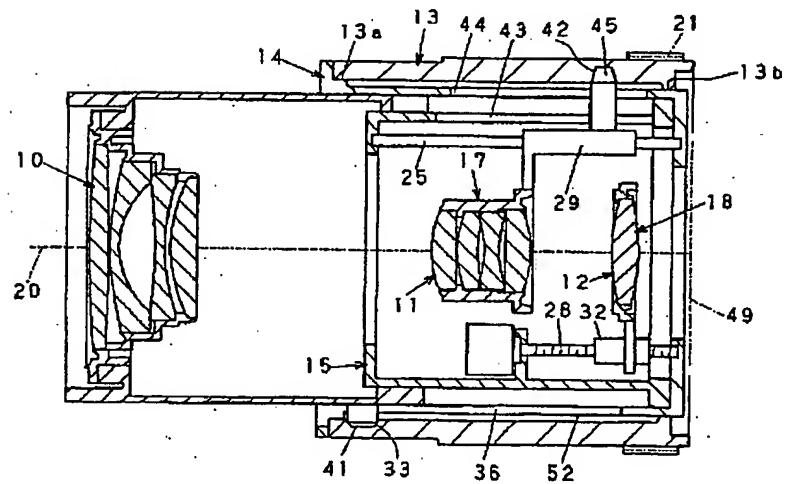


Fig.6

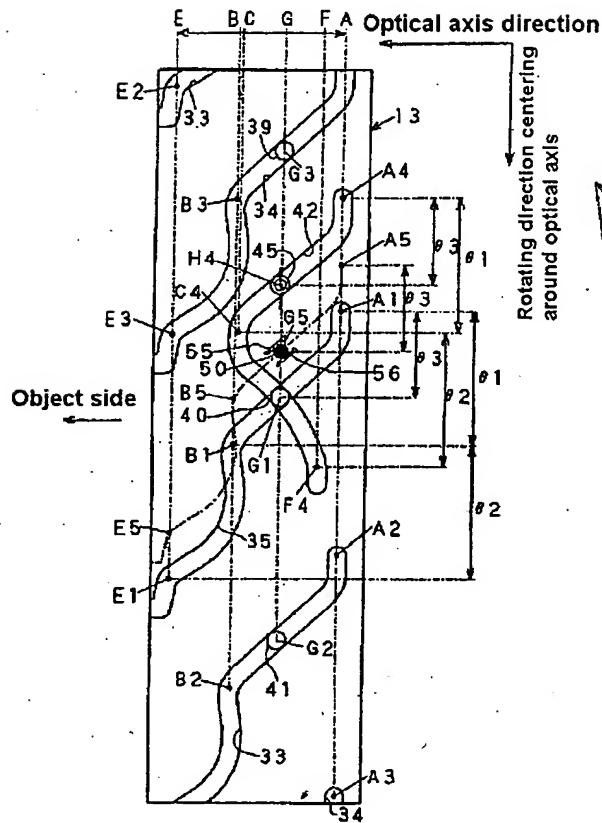


Fig.7

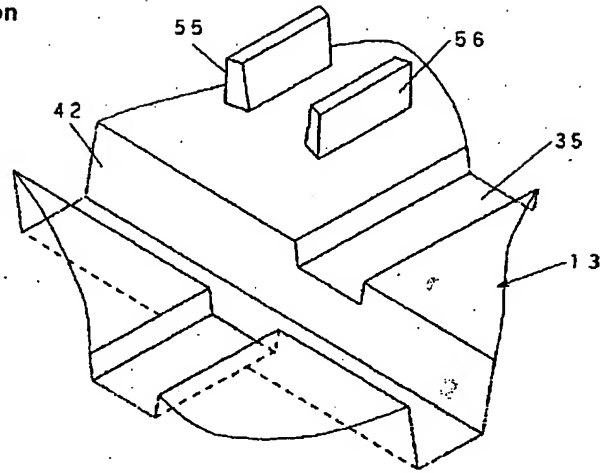


Fig.8

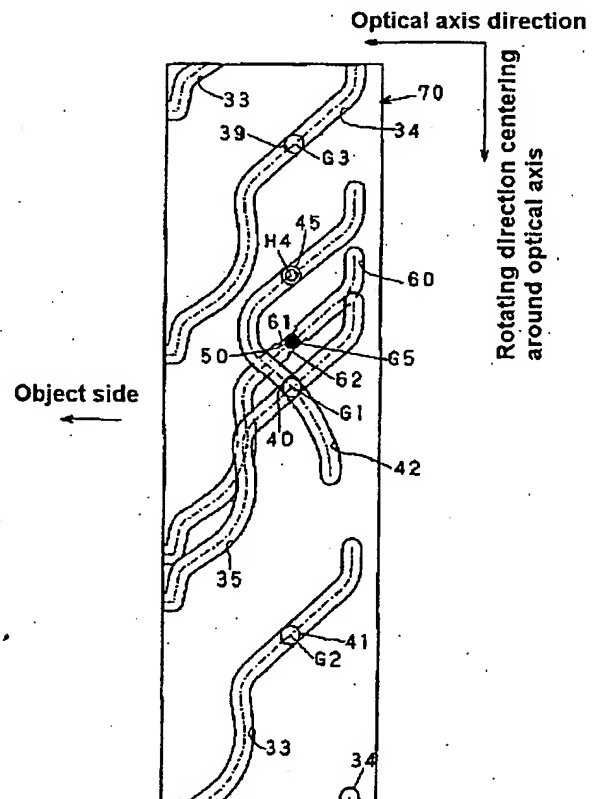


Fig.9

